

**VŠB – Technická univerzita Ostrava**

Fakulta elektrotechniky a informatiky

Katedra měřicí a řídicí techniky

**Návrh projektu měření a regulace na terminálu  
ropných produktů**

Design of Measurement and Control Project in Terminal of Oil-products

2009

Bc. Jakub Frühbauer

# Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Jakub Frühbauer**

Studijní program: N2649 Elektrotechnika

Studijní obor: 2601T004 Měřicí a řídicí technika

Téma: **Návrh projektu měření a regulace na terminálu ropných produktů**

**Design of Measurement and Control Project in Terminal of Oil-products**

Zásady pro vypracování:

1. Seznámení s problematikou ASŘ skladů pohonných hmot a její rozbor
2. Zhodnocení dostupných prostředků potřebných k návrhu a realizaci nového ASŘ skladu pohonných hmot
3. Návrh optimalizace řídicích algoritmů a výstupních presentačních sestav stávajícího systému řízení s přihlédnutím k novým potřebám provozu skladů pohonných hmot v Sedlnicích a Loukově.
4. Popis nově navrhovaných technických řešení v návaznosti na stávající prostředky MAR, PC, SW SCADA SCX.
5. Zhodnocení dosažených výsledků

Seznam doporučené odborné literatury:

- Srovnal, V.: Regulační systémy. Studijní texty na WWW stránkách fakulty, 2005
- Koziolek, J.: Logické systémy řízení a programovatelné automaty. Sylaby na WWW stránkách katedry, 2002
- Šmejkal L., Martinásková M.: PLC a automatizace. BEN - technická literatura, Praha 1999.
- Šmejkal L., Martinásková M.: Řízení programovatelnými automaty. Vydavatelství ČVUT, Praha 1998.
- firemní literatura

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **prof. Ing. Vilém Srovnal, CSc.**

Datum zadání: 30.11.2008

Datum odevzdání: 07.05.2009

---

doc. Ing. Jiří Koziorek, Ph.D.  
*vedoucí katedry*

---

prof. Ing. Ivo Vondrák, CSc.  
*děkan fakulty*

## Prohlášení

Prohlašuji, že

- jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně. Uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.
- jsem byl seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. - autorský zákon, zejména §35 - užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a §60 - školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou/diplomovou práci užít (§35 ods. 3).
- souhlasím s tím, že jeden výtisk diplomové práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a údaje o diplomové práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě 7.5.2009 Jakub Frühbauer

## Poděkování

Rád bych poděkoval svému vedoucímu diplomové práce panu prof. Vilému Srovnalovi za možnost vypracovat tuto práci pod jeho vedením, panu ing. Oldřichu Hladkému za odpovědný přístup a pomoc při jednáních, panu Josefu Frydryškovi za konzultace ethernetových technologií a všem zaměstnancům Čepro, a.s. a VAE Controls s.r.o., kteří se na vzniku diplomové práce podíleli.

## **Abstrakt**

Diplomová práce hodnotí aktuální stav automatických systémů řízení a automatických bezpečnostních systémů v provozu skladu Čepro, a.s. Sedlnice. Nachází nové technické prostředky řízení a vysvětluje jejich význam pro bezpečnost a rychlost výdeje pohonných hmot do autocisteren. V návaznosti na stávající a nové prostředky řízení zpracovává novou koncepci komunikace mezi jednotlivými úrovněmi ASŘ a bezpečnostními systémy.

### **Klíčová slova:**

Čepro; VAE Controls; FMC Technologies; Kapsch; Cisco; automatizace; řízení; sklad; pohonné hmoty; palivo; doprava; skladování; výdejní lávky; accuload; tamas; optické sítě; ethernet;

## **Abstract**

This master's thesis evaluates the current condition of automated control system (ACS) and digital security systems monitoring the fuel depot of Cepro, a.s. in Sedlnice, Czech Republic. There are suggested technological means explained on how to enhance both the safety, as well as the speed of the processes when filling up tank trucks for further oil-based product distribution. New concepts for data exchange between ACS levels and security systems were included as a part of the total project solution.

### **Keywords:**

Čepro; VAE Controls; FMC Technologies; Kapsch; Cisco; ethernet; automation; control; store; oil; petrol; gasoline; shipping; storing; loading bay; optical technologies; tank; truck; ACS; ASŘ; MaR; security

## **OBSAH**

<b>1 ÚVOD.....</b>	<b>7</b>
1.1 Sklad PHL Čepro, a.s. Sedlnice.....	7
1.2 Výdejní lávky Loukov.....	8
<b>2 TECHNICKÉ VYBAVENÍ SKLADŮ PHL .....</b>	<b>10</b>
2.1 Úložiště a produktové trasy .....	10
2.2 Výdejní lávky PHL pro AC včetně aditivace .....	10
2.3 Úrovně ASŘ skladů.....	11
2.4 TAMAS .....	12
2.4.1 Koncepce řízení vycházející z TAMAS.....	12
2.5 TAMAS Customer terminál .....	13
<b>3 NAVRHOVANÁ TECHNICKÁ ŘEŠENÍ.....</b>	<b>15</b>
3.1 Zvýšení bezpečnosti dodržováním bezpečnostních pokynů.....	15
3.1.1 Závazné pokyny pro řidiče na výdejních lávkách.....	15
3.1.2 TrueView Cognimatics AB.....	16
<b>4 ZVÝŠENÍ BEZPEČNOSTI.....</b>	<b>18</b>
4.1 Systém detekce a klasifikace vozidel .....	18
<b>5 MOŽNOST ZVÝŠENÍ VYTÍŽENÍ SKLADU .....</b>	<b>20</b>
5.1 Výpočet náhodné veličiny „čas odbavení“ .....	20
5.2 Využití časového snímku průjezdu AC.....	22
5.2.1 Směrování AC na jednotlivé stopy .....	23
<b>6 BEZDRÁTOVÁ KOMUNIKACE MEZI VÝDEJNÍMI LÁVKAMI A AC.....</b>	<b>25</b>
6.1 NoMix Cross Over Prevention .....	25
6.2 MultiLevel System .....	26
<b>7 ŘEŠENÍ KOMUNIKACE PLC S7-400 A ACCULOAD III.NET.....</b>	<b>28</b>
7.1 PLC Simatic S7-400 .....	28
7.2 AccuLoad III.NET .....	29
7.2.1 Vlastnosti Ethernetového rozhraní AccuLoadIII.net .....	30
7.3 Ethernetová síť .....	30
7.3.1 Produktová řada Cisco Catalyst 3750/3750G .....	31
7.3.2 Produktová řada Cisco Catalyst 2960 .....	33
7.3.3 Produktová řada Cisco IE3000 .....	33
7.4 řešení optických rozvodů.....	34
7.4.1 Optická vlákna .....	35
7.4.2 Optické konektory.....	37
7.4.3 Technologie montáže optických tras.....	38
7.5 SFP optické moduly .....	39
7.5.1 1000BASE-SX SFP for multimode Fiber Only .....	39
7.5.2 1000BASE-LX/LH SFP for single and multi-mode fiber.....	39
7.5.3 1000BASE-ZX SFP for Long-Reach Single-Mode Fibers.....	39
7.5.4 1000BASE-BX10-D and 1000BASE-BX10-U SFP for SMF .....	39
7.5.5 Topologie sítě.....	40
<b>8 ZÁVĚR.....</b>	<b>42</b>
<b>9 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....</b>	<b>43</b>

## SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1.1 Pohled na produktové trasy a úložiště pohonných látek .....	8
Obr. 1.2 Pohled na výdejní lávky .....	9
Obr. 2.1 Pohled na výdejní ramena spodního plnění .....	10
Obr. 2.2 Aditivační jednotka EVA 5.....	11
Obr. 2.3 Ground Vertification monitor CIVACON A EGT 3.1 .....	11
Obr. 2.4 Popis řízení technologie výdeje PHL z pohledu TAMAS [15] .....	13
Obr. 5.1 Graf lineární regrese .....	21
Obr. 5.2 Přehled volných stop pro plnění AC .....	23
Obr. 6.1 NoMix 2000 .....	25
Obr. 6.2 NoMix 2000 – modulární zapojení .....	26
Obr. 6.3 Sening MultiLevel Modula System Design .....	26
Obr. 7.1 PLC Siemens Simatic S7-400.....	29
Obr. 7.2 AccuLoad III-S a Q Hardware.....	29
Obr. 7.3 Ethernetové přepínače Cisco Catalyst 3750G-12S a 3750-24TS/PS.....	31
Obr. 7.4 Zapojení pomocí zadních Stack-interconnect kabelů.....	32
Obr. 7.5 Cisco IE3000.....	33
Obr. 7.6 Jednovidový světlovod [11] .....	35
Obr. 7.7 Mnohovidový světlovod se skokovým indexem lomu .....	36
Obr. 7.8 Gradientní mnohovidový světlovod .....	36
Obr. 7.9 Rozdělení optických konektorů .....	37
Obr. 7.10 svazky miktrubiček                      HDPE chráničky.....	38
Obr. 7.11 Gigabit Ethernet SFP modul .....	39
Obr. 7.12 Obousměrná komunikace na jednom jednovidovém vlákne .....	40
Obr. 7.13 Topologie nové sítě.....	41

## 1 ÚVOD

Česká republika se řadí, co se týče logistiky a skladování pohonných hmot, k technicky velmi vyspělým. To dokládá i certifikát systému řízení kvality udělovaný respektovanou britskou společností Lloyd's Register Quality Assurance Ltd. už od roku 1998 našemu největšímu distributorovi pohonných hmot společnosti ČEPRO, a.s.

Tohoto standardu nelze dosáhnout bez propracovaných systémů automatického řízení, měření a regulace, na jejichž vývoji se podílí i firma VAE Controls s.r.o, komplexně zabezpečující projektování, dodávku technologií, vývoj obslužných aplikací včetně záručního i pozáručního servisu dodávaných automatických systémů řízení, měření a regulace.

Diplomová práce si klade za cíl skloubit praktické a dosažené akademické vědomosti autora a nalézt v již tak profesionálně fungujícím systému možnosti jak dosáhnout ještě vyššího standardu poskytovaných služeb.

V dnešní době se dosahuje kvality podle ISO 9001:2000 především dobrou znalostí potřeb zákazníka. V první fázi projektu je kladen důraz na podrobné seznámení se stávajícími technologiemi. Velká část práce je věnována právě popisu technologií využívaných k řízení skladování a výdeje pohonných hmot které, jsou instalovány ve skladech ČEPRO, a.s. Sedlnice a Loukov. Ve druhé části, jsou díky komunikaci se zástupci fy ČEPRO, a.s., jako zákazníka, zjišťovány aktuální potřeby skladů a nedostatky stávajícího systému řízení. V poslední fázi proběhl rozsáhlý průzkum trhu, bylo jednáno s dodavateli technologických řešení spojených s přepravou, především FMC Technologies o nových trendech v přepravě a skladování pohonných hmot a se specialisty na průmyslové informační technologie. Tyto praktické poznatky z obou předchozích částí daly možnost vzniku třetí významné teoretické části práce, kde jsou v akademické rovině rozpracovány více či méně některé z potřeb a požadavků zákazníka, tj. vedení skladů pohonných hmot, doplněné o praktické poznatky získané v průběhu celého projektu.

Bc. Jakub Frühbauer, tel. 777943816, [jakub.fruhbauer@centrum.cz](mailto:jakub.fruhbauer@centrum.cz)

### 1.1 SKLAD PHL ČEPRO, A.S. SEDLNICE

V současné době se jedná o samostatný celní sklad, bez přístupu na hlavní produktovod Čepro, a.s. Není vybaven nákladnou technologií pro přidávání biopaliv jako jsou bioethanol a bionafta do produktů. Po dokončení přípojky k hlavnímu produktovodu, se stane členem soustavy celních skladů Čepro, a.s., který jako celek plní státem určené limity



pro přidávání biopaliv. Tím se sníží daňová zátěž skladu v Sedlnicích a bude zde zahájen výdej pohonných látek, dále jen PHL, do autocisteren. To je důvod současného zařazení skladu do státních rezerv. Sklad se s blížící dostavbou nové části produktovodu intenzivně připravuje na zaházení plného provozu výdeje PHL. Ve spolupráci s firmou VAE Controls s.r.o, která je dodavatelem automatických systému řízení a měřicí a řídící techniky, dále jen ASŘ a MŘT, jsou hledány možnosti jak efektivně zrychlit odbavování autocisteren, dále jen AC a zachovat, nebo zvýšit bezpečnost při manipulaci s produkty. Specifická poloha skladu v blízkosti letiště Ostrava a.s. (Mošnov), dala možnost vzniku unikátního řešení výdeje leteckého petroleje JET-A1 přímo do letištních cisteren. Došlo tak k úpravě některých bezpečnostních pravidel, technologií a technologických postupů při výdeji.



Obr. 1.1 Pohled na produktové trasy a úložiště pohonných látek

Diplomová práce zohlední priority vedení skladu na rychlost odbavování zákazníků a zvýšení bezpečnosti při manipulaci s PHL. Pokusí se přinést nový pohled na možnosti řízení skladování produktů.

## 1.2 VÝDEJNÍ LÁVKY LOUKOV

Jelikož ve skladu Sedlnice nebyl v době vzniku práce zahájen výdej, a protože byla potřeba analyzovat provoz funkčního skladu, byl požádán sklad Loukov, který je svým technickým vybavením podobný skladu Sedlnice, o spolupráci na diplomové práci.



**Obr. 1.2** Pohled na výdejní lávky

Sklad PHL Čepro, a.s. Loukov je vybaven stejně jako Sedlnice čtyřmi výdejními lávkami, tedy osmi stopami. Stopy jedna, dva, tři a šest slouží k hornímu plnění motorové nafty dále jen NM, naturalu 95 dále je BA95N a bionafty NM-TR2. Lávky čtyři, pět a sedm jsou vybaveny multifunkčními rameny na výdej NM a BA95N, ramena číslo čtyři a sedm jsou dále vybavena ramenem pro plnění aditivovaným palivem. Lávka osm je vybavena dvěma rameny horního plnění pro NM a BA95N.

## **2 TECHNICKÉ VYBAVENÍ SKLADŮ PHL**

### **2.1 ÚLOŽIŠTĚ A PRODUKTOVÉ TRASY**

V objektu skladu Sedlnice se nachází soustava čtyř úložišť na PHL, podle technické dokumentace [1] skladu Sedlnice, H 203-01, H 203-02, H 203-03 a H 203-04, dále jen úložiště o celkovém objemu 40 000 m<sup>3</sup>. Každé úložiště je připojeno k soustavě produktových tras 07-NM-AC-305, 06-BA2-AC-305, 05-BA1-AC-305, 14-NM-PRB-205, 13-BA-PRB-205, 12-NM-PRL-205, 11-BA-PRL-205, 04-PL-ŽČ-300, 03-NM-ŽČ-300, 02-BA2-ŽČ-300, 01-BA1-ŽČ-300, 09-HOMOG-200, 10-ODVZD.-205, 21-OBA-100, 22-ONM-100, dále jen produktové trasy. Úložiště je možné plnit kterýmkoliv produktem, přicházejícím po železnici popřípadě přes výdejní lávky z AC. K produktovým trasám je připojeno 5 železničních stáčecích míst PS 360 01, PS 360 02, PS 360 03, PS 360 04 a PS 360 05. Produkt je vydáván třemi výdejními lávkami P 223 01A,B, P 223 02A,B, P 223 03A,B, dále jen výdejní lávky, tedy 6ti výdejním stopami pro AC.

K produktovým trasám ONM-100, OBA-100 a ODVZD.-200 jsou připojeny odkalovací nádrže H 223 01 pro NM a H 223 02 pro BA. [1]. Součástí technického projektu jsou také rekuperační jednotky na zpracování odpadních par.

### **2.2 VÝDEJNÍ LÁVKY PHL PRO AC VČETNĚ ADITIVACE**

Řeší projektová dokumentace P 190 [1]. V objektu skladu se nacházejí tři výdejní lávky, každá se dvěma výdejními stopami. Výdejní stopa č. 1, P 22301A, je vybavena třemi rameny spodního plnění, BA1, BA2, NM a odvodem par. Na stopě č. 2 se nachází rameno pro horní plnění PROTEGO DA/SB s odvodem par. Stopy č. 3 a 4 jsou totožné se stopami 1 a 2 v tomto pořadí. Obě stopy nabízejí navíc výdej leteckého paliva dále jen PL. Stopa č. 5 supluje stopu č. 1.



**Obr. 2.1** Pohled na výdejní ramena spodního plnění

Toto rozmístění je volitelné pro každý sklad zvlášť. Trendem poslední doby je možnost plnit kterýkoliv produkt všemi typy aditiv z libovolné stopy.

Každá ze stop je vybavena zařízením Ground Vertification Monitor - CIVACON (Obr. 2.3), popř. EGT 3.1, odvodem par k rekuperaci a dávkovacím zařízením aditiv EVA 5 (Obr. 2.2). Průběh výdeje je sledován a řízen výdejním automatem ACCULOAD III, více o něm bude v kapitole 7.2.



Obr. 2.2 Aditivační jednotka EVA 5

CIVACON zajišťuje bezpečné uzemnění autocisteren. Správně uzemněná AC je signalizována zeleným světlem. Na výstupu zařízení je relé kontakt, který je využit pro zapojení do soustavy MaR jako podmínka pro zahájení plnění.



Obr. 2.3 Ground Vertification monitor CIVACON A EGT 3.1

## 2.3 ÚROVNĚ ASŘ SKLADŮ

Řízení takto rozsáhlého objektu nemůže existovat bez víceúrovňového řízení. V nejnižší vrstvě se jedná o soustavu snímačů a akčních prvků, jako EVA 5, CIVANON, hmotnostních průtokoměrů, snímačů zaplavení potrubí, hustoty a teploty, vyhodnocovaných pomocí šesti výdejních flowmeterů ACCULOAD III (7.2), které odpovídají za průběh plnění, dávkování aditiv, bezpečnost a kvalitu vydávaného produktu.

Ve druhé vrstvě jsou programovatelné automaty Siemens Simatic řady S7-400 (7.1), které řídí výdej PHL pomocí soustavy říditelných ventilů a čerpadel ovládajících produktové

trasy a úložiště. Automaty obsahují algoritmy pro ruční i automatické řízení, jsou zde implementovány bezpečnostní prvky, blokační podmínky a kartový identifikační systém. Vzhledem k robustnosti systému je každá část technologie řízena samostatným automatem, které spolu komunikují pomocí sběrnice typu ring (Industrial Ethernet, Profibus, MPI).

Nadřazený systém řízení, který běží na hlavním serveru umístěném v řídicí budově, takzvaném „velíně“, je SCX SCADA s aplikační nástavbou TAMAS (2.4) vyvíjenou ve firmě VAE Controls s.r.o.

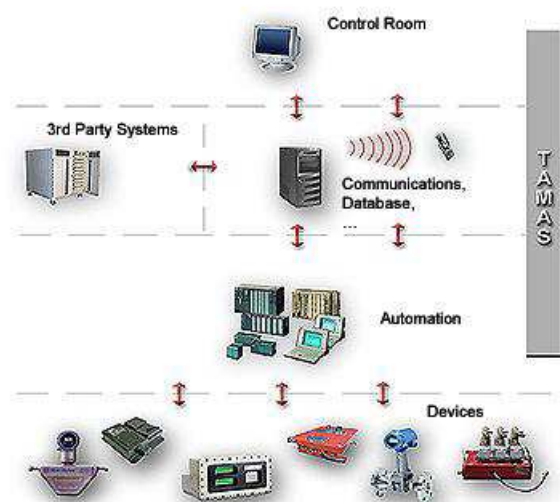
Do systému je připojen vstupní terminál (Entrance TeRminal) dále jen ETR, který slouží k identifikaci zákazníka, jeho autocisterny a zákazníkům k ověření a případné editaci aktuálních zakázek. ETR běží na programu TCT (TAMAS Customer Terminal), vyvíjeným firmou VAE Controls s.r.o., ten je přímo řízen hlavním systémem TAMAS.

## **2.4 TAMAS**

TAMAS je systém pro řízení terminálů a skladů pohonných hmot. Hlavní funkcí je automatizace technologického procesu, řešení mimořádných situací, vizualizace a dispečerské řízení technologie, tisk plnicích listů, protokolů, evidence zákazníků a jejich objednávek, evidence řidičů, vozidel, transakcí atd., komunikace s jinými informačními systémy, informačními systémy třetích stran a archivace veškerých událostí[15].

### **2.4.1 Koncepce řízení vycházející z TAMAS**

Sklady PHL z hlediska řízení kladou vysoké nároky na spolehlivost a bezpečnost řídicích systémů. Práce s vysoce hořlavými a nebezpečnými látkami je řadí mezi časově kritické systémy, které musí zabezpečit chod i při krizových situacích, jako výpadek napájení, nebo selhání části technologie.

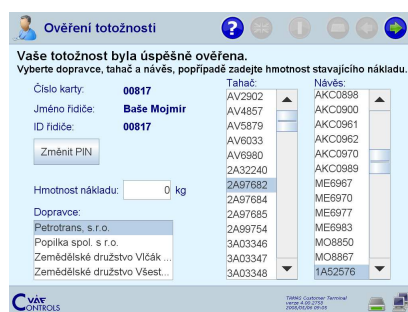
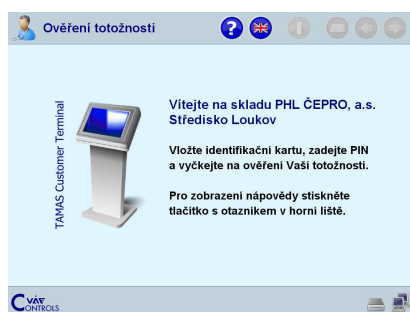


Obr. 2.4 Popis řízení technologie výdeje PHL z pohledu TAMAS [15]

Dalšími důležitými součástmi systému TAMAS jsou SCADA server sloužící pro vizualizaci, řízení a přehledů spjatých s výdejem a příjmem zboží a aplikační server sloužící k administraci příjmu a výdeje produktu s třetími stranami. Aplikační server je řešen technologií návrhu klient-server za pomoci internetových technologií http, dhtml, php.

## 2.5 TAMAS CUSTOMER TERMINÁL

Entrance terminal ERT, nebo také „Golem“ jak je nazýván pracovníky, je vstupní terminál všech skladů Čepro, a.s., který po přihlášení řidiče AC umožňuje zadat veškeré potřebné údaje pro plnění. Pohodlné ovládání je zajištěno dotykovým displejem, výstup pak pomocí Presto thermal ticket printer.



K odbavení vozidla je potřeba zadat dopravce, typ tahače a typ cisterny včetně SPZ. Systém sám nabídne aktuální objednávky konkrétního dopravce.

**Volba objednávky**

Označte číslo objednávky, ze které chcete objednat zboží.  
 Pro volný průjezd je nutné zadat číslo objednávky. U každé objednávky zvolte počet míst určení.

Č. obj.	Prodávající	Kupující	Poč.
<input type="checkbox"/> .....	UNIPETROL RPA, s.r.o.	BENZINA, s.r.o.	1
<input type="checkbox"/> .....	UNIPETROL RPA, s.r.o.	UNIRAF SLOVENSKO s...	1
<input type="checkbox"/> .....	ČEPRO, a.s.	Čerpační stanice EuroOil	1
<input type="checkbox"/> 008835	TOMEX, spol. s r.o.	TOMEX, spol. s r.o.	1
<input type="checkbox"/> 008883	ČEPRO, a.s.	Subterra a.s.	1

**ČVUT CONTROLS**

**Volba komor**

Vyberte místo určení a zadejte množství pro jednotlivé komory.

Komora 1	Komora 2	Komora 3	Komora 4	Komora 5
Místo určení	V111147 ▶ UNIPETROL RPA, s.r.o.	▶ 352002 Paramo a.s. Přerovská ...		
0	0	0	0	0
Místo určení	V111147 ▶ UNIPETROL RPA, s.r.o.	▶ Zadejte místo určení !!!		
0	0	0	0	0
Místo určení	V111173 ▶ BENZINA, s.r.o.	▶ 627 Č.s. Benzina Val. Meziříčí		
0	0	0	0	0

**ČVUT CONTROLS**

Jednotlivé komory AC jsou poté přiřazeny konkrétním zakázkám a místům určení. Není možné vyzvednout zboží do jedné komory pro více zákazníků. Zakázky je možné do určité míry editovat přímo z terminálu. Po dokončení všech úloh je vytištěn kontrolní ústřížek a uživatel odhlášen.

### **3 NAVRHOVANÁ TECHNICKÁ ŘEŠENÍ**

Z jednání která proběhla v rámci diplomové práce mezi mnou, pracovníky VAE Controls, vedoucími a pracovníky skladů Sedlnice a Loukov, vyplynulo několik potřeb a námětů, kterými bylo nutné se zabývat. Klíčová byla jednání z 16.6.2008 v Sedlnicích a 11.8.2008 v Loukově, ze kterých vzešly požadavky na zvýšení bezpečnosti dodržováním bezpečnostních pokynů, zejména pak kontrola pracovníků při činnostech souvisejících s výdejem PHL, snížení rizika smíchání produktů při výdeji, možnosti zvýšit vytížení skladu, zejména odstranit nepravidelnost při odběru. Poslední důležité jednání k obsahu diplomové práce proběhlo 18.2.2009 s vedoucím technického oddělení VAE, kde bylo dohodnuto vytvoření návrhu komunikační sběrnice mezi PLC a novým typem flowmetry (kap. 7) v rámci zadání. Závěry z těchto jednání sloužily jako podněty k vypracování diplomové práce.

#### **3.1 ZVÝŠENÍ BEZPEČNOSTI DODRŽOVÁNÍM BEPEČNOSTNÍCH POKYNŮ**

K zajištění bezpečnosti ve všech skladech Čepro, a.s. byl centrálně vydán soubor pravidel, kterých jsou povinni dbát všichni řidiči a zaměstnanci uvnitř skladu. Některé z těchto pravidel je stávající systém ASŘ schopen účinně kontrolovat, jiné je povinná kontrolovat obsluha. Zůstává několik pravidel, jejichž kontrola by také měla přispět ke zvýšení bezpečnosti při plnění autocisteren hořlavými látkami.

##### **3.1.1 Závazné pokyny pro řidiče na výdejních lávkách**

###### **Bezpečnostní pokyny:**

- 1) Zákaz kouření a manipulace s otevřeným ohněm v celém areálu.
- 2) Používej ochrannou přilbu a rukavice.
- 3) Používej ochranné oděvy a obuv vhodné do výbušného prostředí.
- 4) Zkontroluj si, zda je cisterna způsobilá k plnění, zda jsou všechny ventily ve správné poloze a funkční.
- 5) Na cisternu vstupuj pouze určenými místy.
- 6) Je zakázáno vypouštění úkapů a zbytky produktu na plochu

###### **Pokyny pro obsluhu technologie**

- 7) Vypni motor, nezávislé topení, spotřebiče, mobilní telefon a CB
- 8) Uzemni AC na zemnicích místech – řeší EVA 5.
- 9) Instaluj rameno s těsnícím muzikusem pro horní plnění nebo zapoj rameno s rekuperací pro spodní plnění.  
- již ošetřeno stávající technologií



- 10) Sleduj průběh plnění, je zakázáno vzdalovat se z místa plnění a provádět činnost nesouvisející s plněním.
- 11) Před odjezdem zkontroluj odpojení ramene a uzemnění a odklopený můstek. Zkontroluj stav výdejní lávky tak, aby odpovídala stavu před příjezdem AC.
- 12) Zkontroluj AC při odjezdu z plnicí lávky tak, aby nedocházelo k úkapům a únikům PHL na komunikaci.
- 13) Drž ventil „mrtvého muže“ rukou při horním plnění AC.

Ke sledování pracovníků na pracovištích není v dnešní době lepší možnost (nechceme-li každého pracovníka vybavit sledovací vysílačkou), než nasadit propracovaný kamerový systém. To si současné vedení skladů plně uvědomuje a intenzivně se zabývá možnostmi zvýšení dohledu instalací dalších kamer. Všimněme si pokynů 1, 2, 5, 10 a 13. jedná se o pokyny, které není možné účinně měřit nebo snímat pomocí snímačů fyzikálních nebo elektrických veličin.

Pokud by se umístila soustava kamer přímo na stanoviště, kde je vymáhání těchto pravidel nezbytné pro bezpečnost provozu, nad plnicí ramena, k ventilu mrtvého muže, existují již dnes prostředky, kterými je možné vyhodnocovat obraz a tato pravidla kontrolovat. Nesmíme zapomenou na překvapivě velký preventivní význam přítomnosti kamer.

Počítačové vidění a rozpoznávání obrazu patří dnes mezi nejvíce rozvíjené vědní disciplíny. Najdeme nepřeborné množství článků, vědeckých studií, testovacích algoritmů a zápisů z konferencí ve všech možných světových jazycích z nejrůznějších koutů světa o metodách vyhodnocování obrazu.

Přesto, že se tyto disciplíny ponejvíce rozvíjí na akademické půdě, již je možné nalézt první průmyslově využitelná řešení, jakými jsou třeba produkty inteligentního dozoru řady TrueView společnosti Cognimatics AB. I v tomto případě je navázán velice úzký vztah mezi společností Cognimatics AB a akademickým Centrem Matematických věd, Lund University, Sweden.

### 3.1.2 TrueView Cognimatics AB

Mimo produktů People Counter<sup>TM</sup> a Dwelle Time<sup>TM</sup> firma Cognimatics vyvíjí velice užitečné řešení pro inteligentní bezpečnostní systémy TrueView Digital Fence<sup>TM</sup>.



TrueView Digital Fence<sup>TM</sup> je automatický inteligentní program, který umožňuje bezpečnostnímu pracovníku vytvořit virtuální perimetr nakreslením čáry na digitalizovaný obraz, který je kamerou zaznamenáván. Objekty jako lidé, nebo auta, která překročí

tuto virtuální hranici vyvolají poplachový signál. Systém umožňuje nastavit minimální velikost objektů, které mohou poplach vyvolat. Je také možné definovat, zda poplach bude vyvolán pouze pokud objekt překročí hranici v jednom směru, nebo v obou směrech. TrueView Digital Fence™ je testovaný jak pro vnitřní tak pro venkovní použití. Jádrem systému je založeno na patentovaném Image Processing software a může běžet na běžně dostupném hardwaru. Instalace je snadná a může být snadno provedena a spravována odpovědnými osobami ostrahy.

TrueView Digital Fence™ běží přímo na základních deskách vymezeného počtu IP\_kamer (webkamer). Všechny automatické video procesy probíhají přímo v kameře, čímž se snižují nároky na dedikovaný server. Přesunutí všech procesů přímo na kamery umožňuje prakticky neomezenou škálovatelnost dohledového systému.

*přeloženo z [www.cognimatics.com](http://www.cognimatics.com)*

Společnost Cognimatics AB, je v České Republice zastoupena společností NEXTLAN s.r.o. ([www.nextlan.cz](http://www.nextlan.cz), [www.netcam.cz](http://www.netcam.cz)).

V případě, že se v prostoru výdejních lávek rozmístí soustava IP\_kamer, bude možné velice snadno kontrolovat pracovníky za přispění automatického vyhodnocování obrazu. Během plnění může kamera sama vyhodnocovat, zda se pracovník nevzdaluje z místa plnění, zda při horním plnění nachází osoba v blízkosti ventilu mrtvého muže.

Budoucnost jistě přinese další bezpečnostní novinky v podobě realtime face recognition. Pomocí jednoho kliknutí tak může systém najít všechny uložené záznamy na kterých se daná osoba nachází. Pokud jde rozpoznat obličej, jistě půjde automaticky rozpoznat, zda pracovník používá ochranné pomůcky. Jistě bude zajímavé sledovat vývoj v této rychle se rozvíjející oblasti.











## 4 ZVÝŠENÍ BEZPEČNOSTI

Protože se jedná o sklad nebezpečných, hořlavých a výbušných látek, je stávající bezpečnostní systém na velice dobré úrovni. Majetek je chráněn stálou strážní službou, nechybí přísná evidence osob pohybujících se v prostoru skladu. Sklad je chráněn Elektronickým Požárním Systémem, jehož součástí je i detekce úniku těkavých látek do ovzduší. Propracovaný je také systém bezpečnostních kamer v kombinaci s pohybovými, otřesovými a laserovými detektory pohybu. Vjíždějící AC jsou povinny zastavit na určeném místě a elektronický systém zaeviduje SPZ návěsu i tahače. Je těžké v takovém systému hledat bezpečnostní rizika, nebo nacházet prostředky pro zvýšení bezpečnosti osob, nebo majetku.

V souvislosti s evidencí SPZ bych chtěl upozornit na některé novinky vyvíjené například firmou Kapsch Telemetric Services s.r.o. Jedná se zejména o systém detekce a klasifikace vozidel a systém registrace vozidel.

### 4.1 SYSTÉM DETEKCE A KLASIFIKACE VOZIDEL

Systém detekce a klasifikace vozidel průběžně měří polohu, délku, šířku a výšku všech vozidel projíždějících detekční zónou tento systém také aktivuje systém registrace

Model	Description
	Motorcycles, cars without tow
	Car with 1 axle tow
	Cars with 2 or more axles tow Van, light trucks and other vehicles with 2 axles
	Trucks and Buses with 2 axles Van, light trucks and other vehicles with 2 axles and 1 axle tow
	Trucks and Buses with 2 axles and 1 axle tow
	Van, light trucks and other vehicles with 2 axles and 2 axles tow
	Trucks and Buses with 2 axles and 2 axles tow
	Trucks and Buses with 3 or more axles Trucks and Buses with 3 or more axles with 1 axle tow
	Trucks and Buses with 3 or more axles with 2 or more axles tow
	Not identified

[www.maps.es](http://www.maps.es)

vozidel. Systém VDC využívá stereoskopické kamery ke klasifikaci vozidla a je použitelný i v podmínkách přerušované dopravy (stop&go). Druhý systém LVDC využívá tři infračervených laserových skenerů, nabízí optimální řešení i za nepříznivých podmínek a nedostatku světla. Klasifikuje na základě rozměrů a profilu vozidla včetně detekce přívěsů. Dalším systémem založeným na LVDC je LVDC SL, který poskytuje řešení na klíč pro klasifikaci založenou na počtu náprav, rozměrech a tvaru vozidla. Klasifikovat se dá například do několika vlevo ukázaných tříd. Ve spojení s velmi přesnými daty o tahači a návěsu dopravce uloženými systémem TAMAS se může jednat o velice účinnou kontrolu odbavovaných vozidel.

Tyto systémy, včetně systému automatického odečítání poznávacích značek, není potřeba provozovat v režimu stop&go, jak je tomu u stávající technologie. Funkčnost je zajištěna do rychlosti až 120 kmph. U laserových řešení i více.

z [www.kapsch.at](http://www.kapsch.at)

### **Double Photoelectric infrared screen**

Další ze systémů detekce a evidence vozidel je z dílny španělského výrobce MAPS Informàtica Industrial. Systém je založen na detekci pomocí dvou (v základní verzi 1,5 metrů vysokých) infračervených snímačů, umístěných na obou stranách jízdního pruhu. Systém je spolehlivý i za zhoršeného počasí jako déšť, sněžení, nebo přímé slunce.

Snímače ocení zejména systémy pro statistické hodnocení vytížení dálnic, výběr mýtného, a vysoce



střežené parkoviště a objekty. Systém je dostatečně modulární aby pokryl veškeré potřeby spojené s klasifikací vozidel. Snímače je možné umístit v jakékoliv výšce pro dosažení těch nejlepších výsledků.

Snímače umístěné na zemi detekují a počítají nápravy, přídavné návěsy a hlídají směr pohybu vozidla. Snímače umístěné výše dávají přesný údaj o výšce při průjezdu nápravy. Systém je účinný i při hustém provozu díky vysokému rozlišení. Obvyklá šířka snímané oblasti je od 3 do 10ti metrů, rozlišení je od 60x150mm při rychlosti maximálně 120 kmph. Nechybí ani autodetekce poruchových stavů nebo provoz stop&go.

## 5 MOŽNOST ZVÝŠENÍ VYTÍŽENÍ SKLADU

Je běžný jev, že v případě plánované úpravy cen zboží dojde nárazově ke zvýšenému vytížení skladu. To znepřehledňuje situaci a může se stát, že dojde ke zmatku mezi zaměstnanci dopravy, které mohou mít za následek zpomalení výdeje ve chvíli, kdy to není žádoucí.

Jedním ze základních aspektů potřebných ke zvýšení vytížení skladu je získat přesný časový přehled o průjezdu jednotlivých autocisteren skladem. Systém řízení TAMAS ukládá obrovské množství dat, která zatím nemají praktického využití, nebo jsou využity jen v omezené míře. Ty lze jednoduše zobrazit, a dále s nimi pracovat. Pro naše účely se zaměříme zejména na čas přihlášení řidiče do systému (přihlášení a odhlášení na příjezdovém terminálu ETR), čas průjezdu a kontroly na vrátnici, čas příjezdu k výdejním lávkám, resp. čas zahájení plnění, čas ukončení plnění a čas výstupní kontroly autocisterny obsluhou.

Jednoduchou statistickou indukci je možné získat parametry náhodné veličiny *čas odbavení* (její střední hodnotu a rozptyl), respektive dílčí hodnoty jako čas mezi odhlášením od ERT a kontrolou na vrátnici  $T1$ , čas přejezdu od vrátnice po zahájení plnění  $T2$ , doba plnění  $T3$ , čas mezi ukončením plnění, výstupní kontrolou a opuštěním skladu  $T4$ .

Práce uvádí možnosti budoucího praktického využití nového systému, nachází možné problémy, které mohou vzniknout při řešení a připravuje podklady pro zahájení práce na projektu.

### 5.1 VÝPOČET NÁHODNÉ VELIČINY „ČAS ODBAVENÍ“

Celkový čas odbavení jedné AC je možné rozložit do čtyř výše popsaných dílčích časů  $T1$  až  $T4$ , které lze snadno statisticky vypočítat.

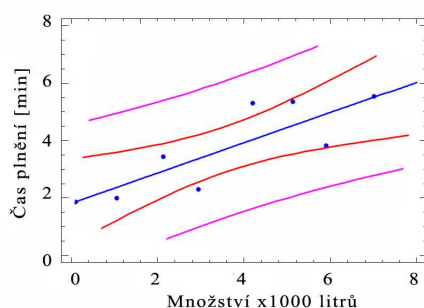
Časy  $T1$ ,  $T2$  a  $T4$  budou statické tj. neměnicí se v závislosti na objemu odebíraného produktu. Je třeba vzít v úvahu, že existuje několik typů cisternových vozidel, malé jednokomorové vozy, malé jednokomorové s přívěsem a tahače se čtyř nebo pěti komorovým návěsem. Bude-li systém ASŘ (TAMAS) provádět statistické vyhodnocení náhodné veličiny, je třeba zjistit, zda neexistuje statistický významný rozdíl v časech jednotlivých typů vozů a zda je možné všechny typy AC posuzovat dle stejného výběru. K tomu slouží analýza rozptylu neboli ANOVA.

ANOVA je soubor navazujících kroků, které umožňuje srovnávat několik středních hodnot nezávislých náhodných výběrů. Nesmíme zapomínat na podmínky ANOVA testu, která předpokládá homoskedasticitu (identické rozptyly) a normalitu rozložení náhodných

veličin pro jednotlivé typy vozů. Je nad rámec diplomové práce podrobně vysvětlovat postupy této analýzy, doporučil bych volně dostupné materiály na stránkách Ústavu Matematiky VŠB, například skriptum LITSCHMANNOVÁ, M.: *Statistika I., cvičení ANOVA*, nebo BRIŠ, R.,: *Statistika I.* Skriptum VŠB 2004, kapitoly 10 a 11. Domnívám se, že ani navázání kontaktu s Katedrou Matematiky VŠB při řešení konkrétního problému nebude problém.

Výpočet času  $T3$ , odhad času od začátku do konce plnění. Zde zřejmě bude potřeba rozlišit do kolika komor je plněno jaké množství produktu a zda se jedná o horní či spodní plnění. Protože nelze plnit dvě komory zároveň, lze čas  $T3$  rozdělit na časy plnění každé komory zvlášť. Jako v předchozích případech jde o jednoduché rozdělení  $T3.1$  od přiložení chipové karty ke čtečce do konce plnění první komory,  $T3.2$  od konce plnění první komory do konce plnění druhé komory až do výše počtu komor  $T3.x$ . Opět se jedná o náhodnou veličinu se střední hodnotou a rozptylem. Ke každé komoře je potřeba znát množství odebíraného produktu.

Náhodnou veličinu  $T3.x$  pro každou komoru lze snadno spočítat pomocí regresní analýzy. Za předpokladu stálého tlaku v plnicím potrubí, půjde o jednoduchou lineární regresi s průběhem naznačeným na Obr. 5.1.



Obr. 5.1 Graf lineární regrese

Je vidět, že vytvořená regresní křivka na základě empiricky zjištěných hodnot počítá i s časem potřebným k napojení plnicího ventilu cca 2 minuty. Červená křivka ohraničuje interval spolehlivosti, růžová pak pás predikce. Hledaná hodnota se spočítá jako extrapolovaný, častěji však interpolovaný, odhad podmíněné střední hodnoty v 95%ním intervalu spolehlivosti. Pro konkrétní vzorce a výpočty bych se odkázal na skripta Katedry Matematiky VŠB, Litschmannová, M.: *Statistika 1., cvičení Jednoduchá lineární regrese*.

Po sečtení dílčích časů  $T_{3.x}$  získáme střední hodnotu odhadu celkového času plnění

$$T_3 = \sum_{i=1}^x T_{3.x}, \text{ kde } x \text{ je počet komor, v 95\%ním intervalu spolehlivosti.}$$

Pro doplnění ještě uvádím přehled časového odhadu plnění cisterny

Informace poskytnuté firmou ČEPRO 16.6. 2008:

Druh cisterny: s návěsem, 5-ti komorová

1/6000	2/9000	3/3000	4/8000	5/7000
BA	BA	BA	NM	NM

Příjezd a odbavení u operátora..... 5 min. 300 s

Začátek plnění..... 10:43:00

Konec plnění..... 11:21:27 37 min. 2220 s

Odjezd a odbavení u operátora.... 5 min. 300 s

2820 s = 47 min.

Podle listu DNL se doba plnění pohybuje u 5-ti komorových cisteren v rozmezí 28-45 min.

Plnění malé Avie 2800 l shora trvá celkem max. 20 min.

## 5.2 VYUŽITÍ ČASOVÉHO SNÍMKU PRŮJEZDU AC

Využití časového přehledu se nabízí hned několik. Pokud vedení rozhodne o úpravě postupu práce některého z pracovišť, nebo změni stávající technologii, bude graf meziměsíčního přehledu časového snímku sloužit jako feedback, zda se opravdu dosáhlo vyšší efektivity práce co se týče rychlosti odbavení zákazníka.

Pokud budou stanoveny limity pro jednotlivé časy, nabízí se limit *six\_sigma* (nebo menší), může obsluha skladu ihned rozpoznat nekorektní chování zákazníka. Například bude-li odbaven příliš rychle může to znamenat, že opomenul provést některou z bezpečnostních kontrol, nebo překročil rychlostní limit v prostoru skladu, takový zákazník by měl být po vyhodnocení kamerového záznamu upozorněn na možná opomenutí a bezpečnostní dopady jeho chování. Důležitější ovšem bude, pokud překročí statisticky daný čas, to může indikovat, že zákazník nezvládá obsluhu zařízení nebo měl jiné potíže s technologií skladu, měl by být dotázán na důvody zpoždění a sjednána náprava.

Další možnosti nabízí rozšíření nabídky vstupního terminálu o přehled vytížení jednotlivých stop se směřováním AC na jednotlivé stopy. Půjde o jednoduché rozšíření vstupního terminálu o další okno, které na základě znalosti typu AC a množství paliva vypočítá náhodnou veličinu *čas odbavení* a nabídne řidiči výběr stopy a nejvhodnější čas pro vjezd do prostoru skladu.



### 5.2.1 Směrování AC na jednotlivé stopy

Známe-li *čas odbavení* a jeho jednotlivé dílčí časy  $T_{I-4}$ , lze vytvořit přehled o právě odbavovaných AC. Jak by takový přehled mohl vypadat na obrazovce ERT je ukázán na Obr. 5.2.

 **Volba stopy**     

**Vyberte stopu pro plnění a čas vjezdu.**

Stopy horní nebo dolní	7 S	8 S	1 H	2 H	4 S	3 H	5 H+S	6 H+S
produkty	NM-TR2 BA95	NM BA95	NM BA95	NM BA95	NM-TR2 BA95	NM BA95	NM BA95	JET-A1
čas vjezdu	12:30 - 12:45		12:20 - 13:10	NELZE	12:30 - 12:50	NELZE	12:25-12:55	NELZE
45	1A1 0003				1A1 0006		1A1 0007	
50	12:50-13:10				12:55 - 13:30			
55		12:55-13:30	1A1 0005				VYBER	
13:00	1A1 0004							
5								
10								
15	NELZE	2A3 0001	NELZE		1A1 0008			
13:20								
25								
30								
35					NELZE			
13:40								
45								
50								
55								
14:00								

 TAMAS Customer Terminal  
 verze 4.00.2758  
 2009/05/05 14:51 

Obr. 5.2 Přehled volných stop pro plnění AC

Modelová situace ukazuje cisternu s předpokládaným časem od průjezdu vrátnicí do uvolnění lávky 35 minut. Je vypočítána horní hranice času  $T_I$ , která je např. 8,5 minuty zaokrouhloveno 10 minut. Nejbližší předpokládaný čas vjezdu je tak stanoven na 12:50. Vidíme, že v čase 12:50 je předpokládán vjezd AC 1A1 0004, proto se čas vjezdu posouvá až na 12:55. AC je vybavena systémem spodního plnění, tzn. stopy 4,5,7,8 a hodlá plnit BA95 a NM což vylučuje stopy 4 a 7. Je tedy možné plnit pouze na stopách 5 a 8. Nesmíme zapomínat, že řidič nemusí chtít vjet do skladu ihned po odhlášení, proto systém nabízí kromě nejbližšího možného času i čas stopy, která se uvolní ve 13:00. Zvolena byla stopa číslo 8. Nejvhodnější rozložení obrazovky ukáže až testovací provoz.

Dalším přínosem tohoto řešení je omezení počtu AC v prostoru skladu. Nad prostorem vrátnice je možné umístit oboustranný víceřádkový LED informační panel, který kromě aktuálního času, bude zobrazovat jak řidičům, tak obsluze, nebo strážní službě, které AC s jakou SPZ a v jakém čase, mají povolení k vjezdu.





V případě narušení časového plánu, překročením některého z dílčích časů  $T1-4$ , systém upozorní obsluhu a zároveň přepočítá plánovaný čas všech AC čekajících na stejnou stopu. Řidič bude seznámen s možností, že může dojít k drobným úpravám předpokládaného vjezdu a má průběžně sledovat informační panel. Může dojít k neplánovanému odstavení stopy, v tomto případě musí obsluha vhodně upravit časový plán a všechny AC, kterých se tato změna týká, upozornit na nenadálou situaci a provedené změny v plánování.

Pokud by přehled vytížení skladu v denních, týdenních a měsíčních grafech byl k dispozici, včetně informace o aktuálním vytížení (počtu čekajících AC), třetím stranám online na webových stránkách, mohli by také sami dopravci, popřípadě dispečeri, lépe organizovat vytěžování skladu, jsou to i jejich ztráty, pokud právě jejich AC stojí a čeká na uvolnění stopy, když v jinou denní dobu není sklad tak vytížen.

Domnívám se, že je otázkou několika málo let, kdy systém automatického řízení bude na takové úrovni, že dopravci sami budou mít možnost dopředu a online rezervovat jednotlivé stopy pro plnění svých autocisteren.

## **6 BEZDRÁTOVÁ KOMUNIKACE MEZI VÝDEJNÍMI LÁVKAMI A AC**

Dle vyjádření Customer Service and Aftersales Manager of FMC Technologies Mr. Rainer Brandt, cituji: „We FMC (Sening) are intending to use Bluetooth communication to close the gap between Loading Bay and Tank Truck“. Dále dodává, že Bluetooth technologií jsou vybaveny, kromě již prodávaného AccuLoad III.net (7.2), i zařízení umísťovaná na AC, jako jsou NoMix (6.1) a MultiLevel Systems (6.2). Ty zatím nejsou s Bluetooth technologií v prodeji, ale již jsou úspěšně testovány a můžeme se jich na trhu dočkat v následujících měsících.

Tímto by se tyto zatím autonomní systémy mohly lehce začlenit do stávajícího systému ASŘ a přispět tak ke zlepšení poskytovaných služeb. Výhodami, nevýhodami a nutnými investicemi se budou zabývat následující odstavce.

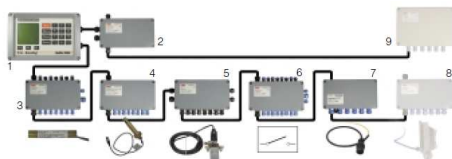
### **6.1 NOMIX CROSS OVER PREVENTION**

Je modulární automatický systém, hlídající jak plnicí, tak vyprazdňování potrubí. NoMix 2000 spolupracuje s plnicími i vyprazdňovacími stanicemi, které musí být vybaveny technologií TAG, ze které si NoMix 2000 přečte informace o typu produktu a číslo šarže. Tato data pak srovnává s aktuálně protékajícím produktem. Rovněž hlídá, zda není produkt znečištěn vodou, vzduchem, či jinými nečistotami [9].



**Obr. 6.1 NoMix 2000**

NoMix 2000 jak je výše uvedeno je modulární systémem. Jednotlivé moduly lze používat zvlášť, nebo volitelně kombinovat, maximálně však 20 modulů na jednu sběrnici CAN. Nechybí zde moduly jako uživatelské rozhraní umístěné v kabině, TAG interface, senzory zaplavení potrubí, ovládání ventilů, ochrana proti přehřívání, nebo Hallova sonda.



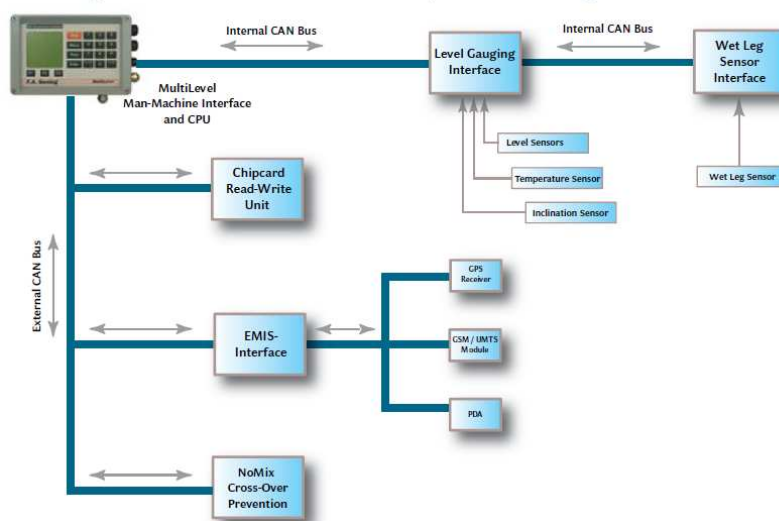
Obr. 6.2 NoMix 2000 – modulární zapojení

V případě, že systém NoMix 2000 rozpozná nestandardní stav, zastaví celý proces plnění, či vyprazdňování. Umožní tak řidiči aby chybu odstranil a předešel vážnějším komplikacím.

## 6.2 MULTILEVEL SYSTEM

MultiLevel systém rozšiřuje funkce NoMix 2000 o další nadřazené funkce. Nejlépe tato rozšíření ilustruje Obr. 6.3 Sening MultiLevel Modula System Design [10].

### Sening® MultiLevel Modular System Design



Obr. 6.3 Sening MultiLevel Modula System Design

Centrem celého systému je MultiLevel Man-Machine Interface s CPU. Ten umožňuje detailní správu aktuálních zakázek, či ukládání a vyhodnocování získávaných dat z měřicích členů.

Důležitým blokem je EMIS-Interface, který v budoucnu umožní kromě GSM i Bluetooth komunikaci s AccuLoad III.net.

Centrální systém řízení skladu SCX SCADA, tak bude moci být rozšířen o další funkce. AccuLoad III.net například umožní vzdálený display. Pracovník skladu tak může

vždy zasáhnout v případě zadání nekorektních dat, či jiné poruchy způsobené špatným zadáním přímo ze svého pracoviště.

Navázání komunikace s cisternovým vozem dále umožní synchronizaci dat o zakázkách, zákaznících, místu určení a informacích o produktu. Přibudou bezpečnostní a výstražné signalizace, jako jsou plnění nesprávným produktem, míchání produktů, plnění do špatné komory, WetLeg – indikace zaplavení potrubí, přeplnění komory, nečistoty v produktu.

V případě zájmu skladu, přesto, že je daň vypočítávána na základě plombovaných hmotnostních průtokoměrů, a umožní-li to zařízení zákazníka, bude moci systém ASŘ ukládat také data o objemu produktu v komoře, měřená velmi přesnými tyčovými hladinoměry. Při porovnání těchto dvou měřených hodnot, vychýlí-li se rozdíl obou měření o součet chyb obou snímačů, může systém jednoduše a okamžitě odhalit špatně zkalibrovaný či nefunkční měřicí člen, jak na straně zákazníka, tak na straně skladu.

Na straně příjemců, čerpacích stanic, stále více roste zájem o plně elektronicky vybavené cisternové vozy, které jim dovolují zjistit, co se s produkty i samotnou cisternou dělo v průběhu dopravy a stáčení produktu (*z článku petrol.cz*). Lze předpokládat, že cisternová vozidla budou stále lépe vybavena a poroste tlak na sklady pohonných hmot ze strany dopravců, aby se těmto novým trendům také přizpůsobili.

Pro úplné začlenění systémů autocisteren od systému řízení skladu je nutné provést některé změny na stávající technologii, zejména pak úpravu stávající komunikační sběrnice mezi PLC a AccuLoady, které v nové verzi budou moci komunikovat po ethernetu pomocí běžných ethernetových protokolů. Vznikne tak přímé spojení mezi první a třetí úrovní řízení. Kritické funkce řízení, přesto, že dojde ke změně komunikační sběrnice, by stále měly zůstat ve tříúrovňovém návrhu kvůli robustnosti celého systému.

## **7 ŘEŠENÍ KOMUNIKACE PLC S7-400**

### **A ACCULOAD III.NET**

Přechod od AccuLoad III k verzi .net, nebude podle webu výrobce žádný problém, půjde jen o dokoupení update balíčku, který v sobě ponese všechna vylepšení nové verze. Aby však bylo možné začít plně využívat všech nových technických řešení, je nezbytné rozšířit, popřípadě nahradit stávající komunikaci řídicího automatu S7-400 s AccuLoady.

Současné komunikační rozhraní AccuLoad III je po lince RS232. Tato technologie je nevhodná pro delší vzdálenosti, specifikace uvádí maximální délku kabelu 50 ft, tedy asi 15 metrů [3], [4]. V praxi je tato délka často překračována, což může mít za následek náhodné selhávání systému. Mezi PLC Simatic S7-400 a AccuLoad III, je zařazen převodník na sběrnici RS485, který umožňuje komunikaci na vzdálenost několika desítek metrů mezi řídicím centrem na velině (řídicí budova) a výdejními lávkami.

Existuje několik důvodů, proč toto sofistikované řešení nahradit právě komunikací TCP/IP. Největším samozřejmě zůstává rozšíření AccuLoad III na verzi .net. Další výhodou přináší samotné řešení komunikace, které povede po optických kabelech, odpadnou tak problémy s plovoucí zemí či v provozu častým rušením. Zvýšení datové propustnosti mezi velinou a výdejními lávkami jistě ocení i ostatní pracoviště skladu, jako je strážní služba, BOZP a PO a především vedení skladu.

Na přání technického oddělení VAE Controls tato část diplomové práce zpracovává návrh konkrétního řešení nové komunikační sběrnice, seznamuje s novými trendy především vláknové optiky, přihlíží na kvalitu, průmyslové využití, rozšiřitelnost, spolehlivost, životnost, snadnou obsluhu a implementovatelnost do stávající datové sítě a systému ASŘ. Je také doplněna o mé poznatky získané při jednání s IT specialistou, odborníkem na produkty Cisco a vláknovou optiku.

### **7.1 PLC SIMATIC S7-400**

V provozech skladů Loukov a Sedlnice Čepro, a.s. je v centru automatizačního celku umístěn programovatelný automat firmy Siemens z řady Simatic S7-400. V současné době se jedná o nejvýkonnější řídicí systém z řady Simatic schopný vyhovět nejnáročnějším požadavkům na řízení středně velkých a velkých průmyslových celků.

Základ systému S7-400 tvoří vnitřní sběrnice, napájecí zdroj a CPU. Celý systém je vysoce modulární, variabilní a robustní – provoz bez ventilátorů, změny řídicího kódu bez nutnosti restartu, či výměna modulů za provozu (CiR). Pro aplikace vyžadující nepřetržitý

provoz (redundantní konfiguraci), lze využít verzi S7-400H. Více informací lze nalézt na stránce výrobce [www.siemens.cz/as](http://www.siemens.cz/as) [5].

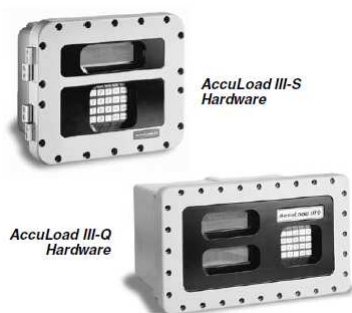


Obr. 7.1 PLC Siemens Simatic S7-400

PLC komunikuje s centrálním serverem, na kterém běží řídicí systém SCX SCADA s aplikační nastavbou TAMAS, pomocí ethernetového komunikačního rozhraní. Využívá standardní nestíněný RJ-45 konektor a UTP kabeláž s certifikací 10/100TX-Base Class 5e.

## 7.2 ACCULOAD III.NET

Vychází ze stávající technologie Smith Meter AccuLoad III. Jedná se o multi-mikroprocesorový systém, plně přizpůsobitelný stávajícím požadavkům na řízení výdeje PHL. Je schopen obsluhovat až šest výdejních ramen spodního i horního plnění včetně aditivace. Řídit lze vícenásobnou aditivaci až šesti produktů separátně. Zařízení je schopno díky vestavěné paměti uchovávat velké množství dat o vydávaném produktu.



Obr. 7.2 AccuLoad III-S a Q Hardware

Mezi základní vlastnosti patří šest měřících vstupů pro produkt, 24 měřících vstupů pro aditiva, autodetekce instalovaných součástí, separátní řízení všech ramen, plně

konfigurovatelné vstupy i výstupy, obousměrná komunikace, výpočet směšného poměru na základě teploty tlaku a hustoty produktu (teplotní, tlaková a viskozitní kompenzace), zálohování dat, autonomní provoz, stálá kontrola kritických funkcí, jiskřivá bezpečnost, ethernetové připojení, síťový tisk a Smit Meter Senning BlueTooth připojení [6].

Pokud dojde ke změně komunikační sítě, bude moci řídicí systém SCX komunikovat s AccuLoad přímo bez prostředního PLC. Řídicí pracovník tak bude mít přímou kontrolu nad jednotlivými AccuLoad, bude se k nim moci připojit jednoduchým kliknutím v mimice, v případě nesrovnalostí ihned nahlédnout do uložených dat.

### **7.2.1 Vlastnosti Ethernetového rozhraní AccuLoadIII.net**

ARP/RARP (address resolution protocol) and DHCP support  
PING echo diagnostic  
SLIP  
FTP file transfer  
Smit protocol and Modbus protocol support over TCP/IP  
HTTP server, limited functionality  
DNS klient  
SMTP Simple Mail Transfer Protocol  
POP3 Post Office Protocol V3  
HTML, XML and CGI scripts support  
Web Server – command line argument passing  
Support for network printers (LPR client)  
The addition of a Remote Display (TCP daemon for AccuLoad III)  
Compliance with TCP/IP standards

### **Ethernetový port**

10/100TX-Base TRJ-45, 8 or 10 pin UTP (unshielded twisted pair) Class 5e.

## **7.3 ETHERNETOVÁ SÍŤ**

Protože podnikové počítačové sítě skladů patří spíše k menším, je potřeba zvažovat tento návrh komplexně pro celý sklad. Firma VAE Controls není dodavatelem informačních technologií skladu a prozatím není zájem tento stav měnit. Navrhnutá jsou proto dvě řešení, obě postavená na produktech společnosti Cisco.

První z řešení staví na předpokladu, že v hlavním uzlu sítě skladů budou použity síťové prvky s L3 funkcionalitou. Tento předpoklad splňují prvky řady Cisco Catalyst 3750/3750G. Jejich použitím lze vytvořit nezávislou síť schopnou řídit veškerou datovou komunikaci skladu nebo jen prvků druhé a třetí úrovně řízení, to vše při zachování možnosti komunikace s ostatními částmi sítě.

Druhé řešení staví na použití L2 síťových prvků Cisco Catalyst 2960 v centru sítě skladů. Toto řešení je levnější, ale předpokládá existenci nadřazeného centra poskytujícího centrální služby (směrování, přidělování adres).

### 7.3.1 Produktová řada Cisco Catalyst 3750/3750G

Prvky z této produktové řady jsou uvažovány jako prvky pro centrální uzel celého systému. Jedná se o velmi univerzální L3 switch s možností stohování více zařízení do jednoho logického celku. Označení 3750 označuje kombinaci gigabitových slotů pro GBIC moduly a metalických portů 10/100, 3750G je označení pro plně gigabitové typy v provedení buď plně modulárním (3750G-12S), anebo kombinaci GBIC slotů a 10/100/1000 metalických portů. U obou provedení lze využít provedení P poskytujícího funkcionalitu napájení přes ethernet (PoE). Všechny prvky mají také vestavěný konektor pro možnost připojení na redundantní zdroj napájení.



Obr. 7.3 Ethernetové přepínače Cisco Catalyst 3750G-12S a 3750-24TS/PS

Pro realizaci nejlépe vyhovuje konfigurace 3750G-12S, tzn. 12 plně konfigurovatelných SFP GBIC portů, v počáteční konfiguraci s jedním metalickým 10/100 SFP modulem, pro spojení s PLC, jedním metalickým GBIC pro spojení s nadřazeným centrem a jedním optickým GBIC pro komunikaci s podřízeným L2 switchem umístěným v prostoru výdejních lávek. SFP (Small Form-Factor Pluggable) je označení pro velikost výměnného modulu síťového rozhraní. U tohoto síťového prvku lze modul měnit za chodu. Konkrétní typ SFP modulu vybíráme podle aktuálních potřeb na množství přenesených dat a místních podmínkách. Výběr modulu bude přiblížen v kapitole 7.5 SFP optické moduly.

Řada Cisco 3750 využívá nejnovější technologie z oblasti komunikací a průmyslu. StackWise Technology je navržena pro přidávání, odebrání a vyměňování součástí, zatímco zbytek systému stále běží. Systém tak sám detekuje a optimalizuje routovací tabulky podle aktuálního stavu. Tato technologie umožňuje sloučit až devět samostatných jednotek do jedné logické jednotky za použití Stack-interconnect kabelů (až 32Gbps) ty jsou vidět na Obr. 7.4.





**Obr. 7.4** Zapojení pomocí zadních Stack-interconnect kabelů

StackWise nabízí nepřerušitelné chování systému ve druhé a třetí routovací vrstvě. Každá jednotka může pracovat jako master nebo podřízená jednotka a v případě výpadku master jednotky ostatní jednotky přebírají její funkce a pokračují v činnosti. Protože AccuLoad III, je plně nezávislé zařízení schopné pokračovat v činnosti i při výpadku komunikace, je redundance doporučena spíše až v případě, že by tento systém měl nahradit stávající. Poté bude záležet na podniku Čepro, a.s., který má, nebo si jistě nechá vyčíslit škody, při hodinové odstávce a zváží, zda se jim toto řešení vyplatí, dle Cisco se pravděpodobnost selhání snižuje až o  $10^{-5}$ .

#### **Technické údaje**

- Input Power 100-240VAC, 2.9-4.5A, 50-60 Hz  
RPS Input +12VDC at 7.5A
- Spotřeba při plném vytížení 495W
- Doporučené záložní zdroje výrobcem  
RPS 2300 model PWR-RPS2300  
RPS 675 model PWR675-AC-RPS-N1=
- Dimensions (V x Š x H) 4.4 x 44.5 x 30 cm
- Provozní teplota 0°C – 45°C
- Bezpečnostní certifikáty UL to UL 60950, Third Edition, C-UL to CAN/CSA C22.2 No. 60950-00, Third Edition, TUV/GS to EN 60950:2000, CB to IEC 60950 with all country deviations, NOM to NOM-019-SCFI, CE Marking
- Elektromagnetická emise FCC Part 15 Class A, EN 55022: 1998 (CISPR22), EN 55024: 1998 (CISPR24), VCCI Class A, AS/NZS 3548 Class A, CE, CNS 13438 Class A, MIC

#### **Objednací díly:**

WS-C3750-24PS-E	Centrální jednotka
PWR675-AC-RPS-N1=	Záložní zdroj
CAB-STACK-50CM=	Interconnect kabel

Bližší podrobnosti o funkcích, vylepšeních a možnostech konfigurace jsou popsány v datasheetu dodávaném společností Cisco [8].

### **7.3.2 Produktová řada Cisco Catalyst 2960**

Prvky řady Catalyst 2960 jsou čisté L2 switche s bohatou výbavou síťových technologií. Je výhodou, že stávající síťové prvky použité v informačním systému jsou také od fy. Cisco (dle náznaků pracovníků VAE Controls), což velmi usnadňuje vzájemné propojení. Dále se předpokládá, že stávající informační systém skladu je vybudován dostatečně robustně, co se týče možností rozšíření. Nasazení tohoto výrazně levnějšího produktu bude mít za následek snížení robustnosti celého systému, zejména závislost komunikace druhé a třetí vrstvy řízení na funkčnosti nadřazené informační sítě.

### **7.3.3 Produktová řada Cisco IE3000**

Jedná se o průmyslově řešený L2 switch montovatelný na DIN lištu, přizpůsobený zvýšeným nárokům na prostředí jeho nasazení, jako shock/vibration protection, nestabilní napájení, kolísání teploty. Je používán v extrémních prostředích jako transformátorové stanice, inteligentní transportní systémy, těžební věže, doly a jiné prostředí, včetně míst s nebezpečím výbuchu, kde mohou pracovat i v extrémních teplotách. Vyhovuje tak plně nárokům na prostředí výdejních lávek skladu, kde by měl být umístěn.

Cisco IE3000 disponuje modulární architekturou a slučuje nejmodernější technologická řešení, která lze přesně přizpůsobit požadavkům.



**Obr. 7.5 Cisco IE3000**

Pro potřeby skladů PHL, kde se většinou nachází pět až osm výdejních stop s identickým počtem AccuLoad III, si na začátku vystačíme se základním modulem IE-3000-8TC, s osmi 10/100BASE-TX porty a dvěma SFP uplinks.

Pro nasazení v průmyslové automatizaci jsou zde některá vylepšení jako podpora pro průmyslové protokoly Ethernet/IP, SNMP a Common Industrial Protocol (CIP). Nechybí aktivní chlazení, redundantní 24VDC napájení, nebo alarmová relé.

Protokol CIP umožňuje konfigurovat zařízení běžící na rozdílných protokolech ControlNet, DeviceNet a Ethernet pomocí jednoho protokolu. Stejně tak lze pomocí tohoto jednoho nástroje tyto zařízení udržovat, spravovat a sbírat potřebná data, především informace o poruchách.

#### **Technické údaje**

- Dimensions 152 V x 147 S x 112 H
- Váha 2kg
- Pracovní teplota -40°C až +75°C
- Maximální spotřeba 15,7W
- Power Input 18-60VDC. Při použití přídavného zdroje PWR-IE3000AC 85-265VAC 50-60Hz

#### **Certifikáty pro místa se zvýšeným rizikem**

**UL 1602 Class 1, Div 2 A-D** – Underwrites Laboratories, osvědčení pro elektrická zařízení umístěna do míst s nebezpečím výbuchu hořlavých plynů vypařených ve vzduchu.

**CSA 22.2 / 213 Class 1, Div 2 A-D** – Underwrites Laboratories, osvědčení UL1602 pro Kanadu.

**IEC 60079-15** International Electrotechnical Commission - Elektrické zařízení pro místa s potenciálním nebezpečím výbuchu.

**EN 50021 – Class 1, Zone 2** – Electrical apparatus for potentially explosive atmospheres. Type of protection "n"

## **7.4 ŘEŠENÍ OPTICKÝCH ROZVODŮ**

Zkušenost ukázala, že pokud pro jeden účel vybudujete výkonnou komunikační sběrnici, kterou ethernet jistě je, začnou i ostatní oddělení přicházet s nápady, jak tohoto využít. Běžně dostupné jsou dnes snímače fyzikálních i elektrických veličin s ethernetovým rozhraním, existuje celá řada převodníků analogových výstupů bezpečnostních snímačů na ethernetové rozhraní, lze nainstalovat i intercomy pro komunikaci mezi řidiči a pracovníky velínu.

V neposlední řadě je potřeba počítat s požadavkem vedení, popřípadě bezpečnostní služby, na dopojení průmyslových kamer operujících přímo nad stanovišti řidičů, hlídajících, zda některý z nich neporušuje bezpečnostní nařízení. Tyto kladou enormní nároky na

datovou propustnost. Zde bych chtěl připomenout produkt TrueView Digital Fence™ společnosti Cognimatics AB a jeho možnosti pro zvýšení bezpečnosti.

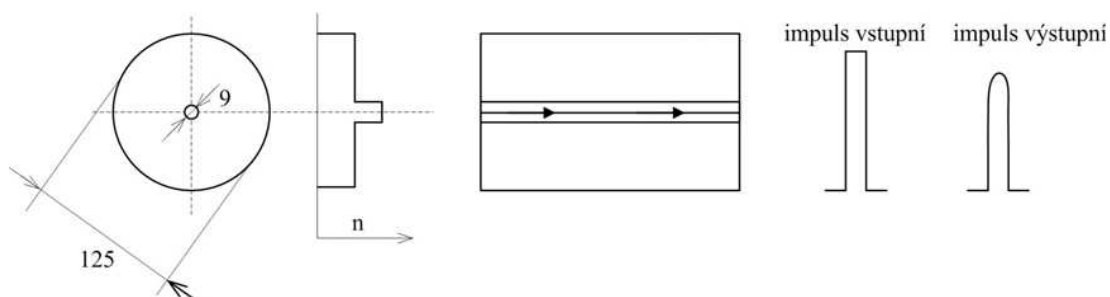
Z hlediska budoucího vývoje v oblasti optických vláken je doporučováno používat standardních, běžně dostupných řešení. Řešení od firem nabízejících unikátní technologie mohou nabízet určité výhody, podpora těchto řešení je však závislá na vývoji a strategii této společnosti.

Dnes se jako nejvýhodnější jeví využít gigabitových modulů ve spojení s jednovidovými vlákny (SM - single-mode fiber). Ve srovnání s mnohovidovými (MM - multi-mode fiber) se jedná se o obecně perspektivnější technologii, proto lze počítat s delší podporou. Cenová hladina je srovnatelná. Navíc lze u SM využít např. technologii úhlových konektorů (APC – Angled Physical Contact), které 3x – 10x snižují zpětný odraz na spojích, čímž lze využít stávající rozvody i pro přenosové rychlosti 10G. Tuto a další technologie přibližuje následující část práce.

#### 7.4.1 Optická vlákna

Podle technologie dělíme optická vlákna na jednovidové a mnohovidové s konstantním (skokovým) indexem lomu jádra a pláště a na gradientní (mnohovidové), s proměnným indexem lomu [11].

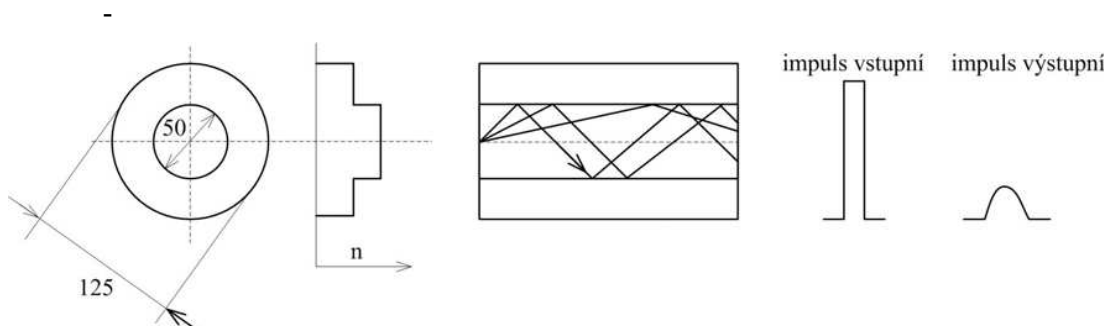
- jednovidové světlovody, nejnovější typ s největší přenosovou šířkou pásma. Mají malý průměr jádra a při dané vlnové délce světla umožňují přenos pouze jediného, tj. základního vidu elektromagnetické vlny. U těchto vlnovodů je dosahováno nižších hodnot útlumu, nižší dispersi a vyšší schopnost absorpce světelného paprsku, jak je patrné z (Tabulka 7.1). Jsou nejčastěji využívány v dálkových až 10 000m světlovodech.



Obr. 7.6 Jednovidový světlovod [11]

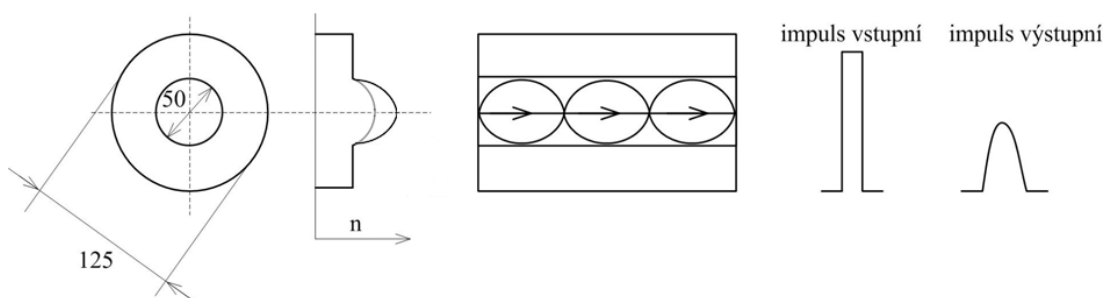
- Mnohovidové světlovody, mají větší průměr jádra, tím roste počet vidů, které se mohou šířit vláknem. U běžně používaných vláken se na vlnové délce 850nm mohou šířit řádově tisíce vidů, patrné je to na Obr. 7.7. Vzniká tak vidová

disperse, která omezuje šířku pásma na jednom kilometru maximálně na 50 MHz [11]. Používá se jen pro krátké vzdálenosti a jen pro 100Mbit optické síťové spoje.



**Obr. 7.7 Mnohovidový světlovod se skokovým indexem lomu**

- Gradientní (mnohovidové) světlovody, tyto typy světlovodů používají plynulou změnu indexu lomu, většinou s průběhem kvadratické paraboly. To umožňuje podstatné snížení vidové disperse jak je vidět na Obr. 7.8.



**Obr. 7.8 Gradientní mnohovidový světlovod**

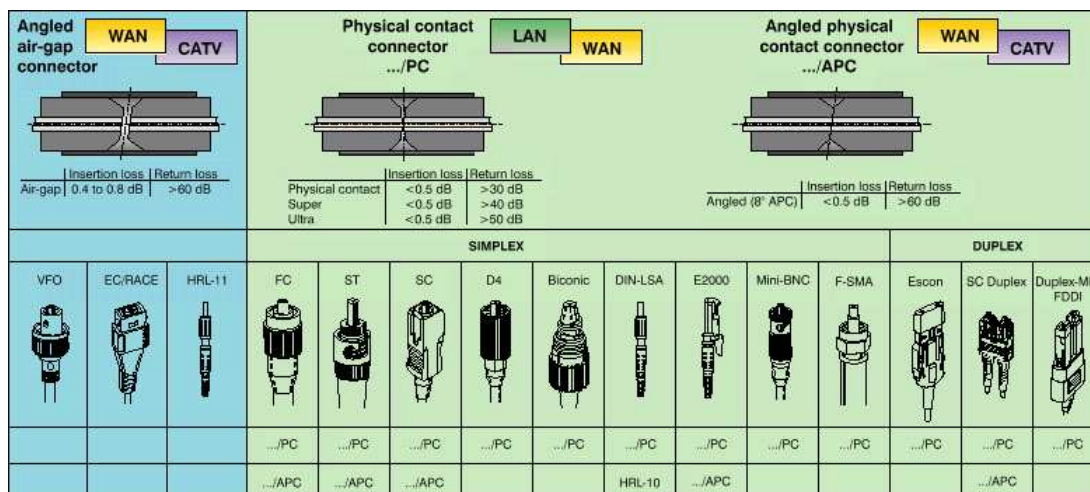
Maximální hodnota indexu lomu je v ose vlákna a směrem od osy se index zmenšuje, to má za následek snížení počtu přenášených vidů až na polovinu, což příznivě ovlivňuje kvalitu přenášeného signálu. Dosahovaná šířka pásma je až 1GHz [11]. Využití je pro středně dlouhé trasy.

Tabulka 7.1

Typ vlákna	Mnohovidové se skokovou změnou indexu lomu	Mnohovidové s plynulou změnou indexu lomu	Jednovidové se skokovou změnou indexu lomu
Průměr jádra [ $\mu\text{m}$ ]	50 – 450	30 – 60	3 – 10
Průměr pláště [ $\mu\text{m}$ ]	125 – 500	100 – 150	50 – 125
Průměr primární ochrany [ $\mu\text{m}$ ]	250 – 1000	250 – 1000	250 – 1000
Číselná apertura	0,15 – 0,5	0,2 – 0,3	0,08 – 0,15
Index lomu jádra	Asi 1,48	Asi 1,48	Asi 1,46
Index lomu pláště	Asi 1,45	Asi 1,46	Asi 1,456
Útlum [dB/km] při vlnové délce 0,85 $\mu\text{m}$	Méně než 5	2 – 10	2 – 5
Šířka pásma pro 1 km	6 – 25 MHz	150 MHz – 2GHz	Více jak 40 GHz

#### 7.4.2 Optické konektory

Optické konektory lze podobně jako vlákna rozčlenit do tří skupin podle typu spojení na Angled-air-gap, Physical-contact PC a Angled-Physical-contact APC. Tato rozdělení dobře znázorňuje Obr. 7.9 Rozdělení optických konektorů [13].



Obr. 7.9 Rozdělení optických konektorů

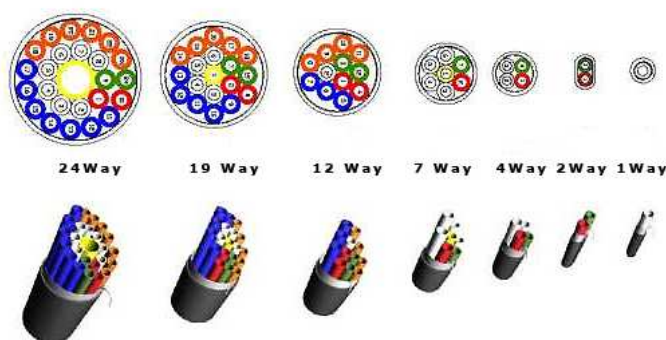
V běžných aplikacích, kterou je i navrhované spojení se nejčastěji používají konektory typu ST (kulatý), SC (hranatý) a E2000 (malý hranatý). Jak je patrné jsou vyráběny jak v provedení PC tak APC. Použití konektorů APC v průměru zvyšuje náklady na celý spoj o jedno procento. Oproti PC konektorům však snižují Return loss (odraz paprsků) v kombinaci jednovidovými vlákny na 1/3 a v některých aplikacích až na 1/10 proti



PC konektorům. Odražený paprsek se vrací zpět do zářiče, kde má za následek zhoršení jeho výkonu a přehřívání, tím se snižuje jeho životnost.

### 7.4.3 Technologie montáže optických tras

Dnes nejčastěji používanou metodou montáže optických vláken je kombinace HDPE chrániček, do kterých jsou vtahovány optické kabely. Lze však využít i metodu zafukování optických vláken do mikrotrubiček. Lze je vtahovat do HDPE chrániček, anebo použít nosný kabel s již zavedenými mikrotrubičkami. Výhodou je, že trasa je položena jen jednou, což snižuje celkové náklady na vybudování spoje. Zafukování navíc významně snižuje možnosti poškození vláken uvnitř kabelu tahem, kdy může dojít vlivem tažné síly ke vzniku mikrotrhlin uvnitř skleněných vláken, to zhoršuje kvalitu spoje.



Obr. 7.10 svazky mikrotrubiček



HDPE chráničky

Pokud tedy není položena chránička s již instalovanými mikrotrubičkami, pak odborný pracovník pak jen do předpřipravených HDPE chrániček zafoukává mikrotrubičky, do nich pak jiným kompresorem zafoukává svazky až 46 mikrooptických vláken. HDPE s mikrotrubičkami slouží jako ochrana optického kabelu, není tedy potřeba zafoukávat celý optický kabel, ale pouze samotná optická vlákna, šetří se tak náklady. V případě poruchy se dají vlákna snadno vyměnit.

Princip je v unášení kabelu vzduchem, kdy je v trubičce vyvinut proud vzduchu kompresorem o výkonu 10 – 12 bar. Vláknem se na základě proudění vzduchu okolo něj v trubičce vznese a je bez tření unášeno. V případě, že použijeme k unášení vodu, je možné stejným způsobem zafouknout 6 – 10 km vláken pomocí jednoho kompresoru, na delší vzdálenosti je potřeba využít tandemových zafukovačů [14].

## 7.5 SFP OPTICKÉ MODULY

SFP optické moduly jsou dnes standardně vyráběny a podporovány v produktech Cisco, HP, 3COM aj. Vzhledem k ceně Cisco SFP modulů se firmy jako NOVATRON zaměřily právě na výrobu těchto modulů a snaží se tak konkurovat na trhu, kde v malých, neprůmyslových aplikacích mají jistě své místo. Chybí jim však některá průmyslová řešení jak například funkce DOM. Následující parametry SFP modulů se budou týkat pouze Cisco SFP Optických modulů pro gigabitové ethernet aplikace.



Obr. 7.11 Gigabit Ethernet SFP modul

### 7.5.1 1000BASE-SX SFP for multimode Fiber Only

Modul vyhovující standardu IEEE 802.3z operuje pouze na multivídných vláknech do vzdálenosti 550 metrů .

### 7.5.2 1000BASE-LX/LH SFP for single and multi-mode fiber

Modul vyhovující standardu IEEE 802.3z operuje na jednovídném vlákne do vzdálenosti 10 000 metrů na multivídném vlákne pak do vzdálenosti 550 metrů.

### 7.5.3 1000BASE-ZX SFP for Long-Reach Single-Mode Fibers

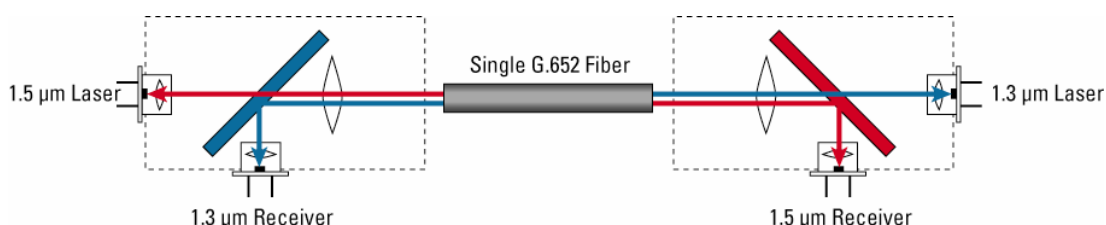
Modul operující na jednovídných vláknech do vzdálenosti 70 km. Při použití na kratší vzdálenosti je třeba vkládat před zářít tlumicí filtr aby nedošlo k poškození zařízení na druhé straně.

### 7.5.4 1000BASE-BX10-D and 1000BASE-BX10-U SFP for SMF

Výše zmíněné moduly využívají pro full-duplex komunikaci dvou optických vláken, jedno v každém směru. Specialitou firmy Cisco, kterou lze využít v případě poškození jednoho vlákna, pokud není možná výměna kabelu a není k dispozici jiné vlákno, jsou dvousměrné moduly BX-U a BX-D schopné komunikovat na dvou vlnových délkách na jednom jednovídném vlákne do vzdálenosti až 10 000 metrů.



Komunikace probíhá na dvou vlnových délkách 1490 nm a 1310 nm, kde BX-U vysílá na 1310 nm a přijímá na 1490 nm. BX-D pak naproti vysílá na 1490 nm a přijímá na 1310 nm. Situaci ilustruje obrázek Obr. 7.12, převzatý z datasheetu firmy Cisco.

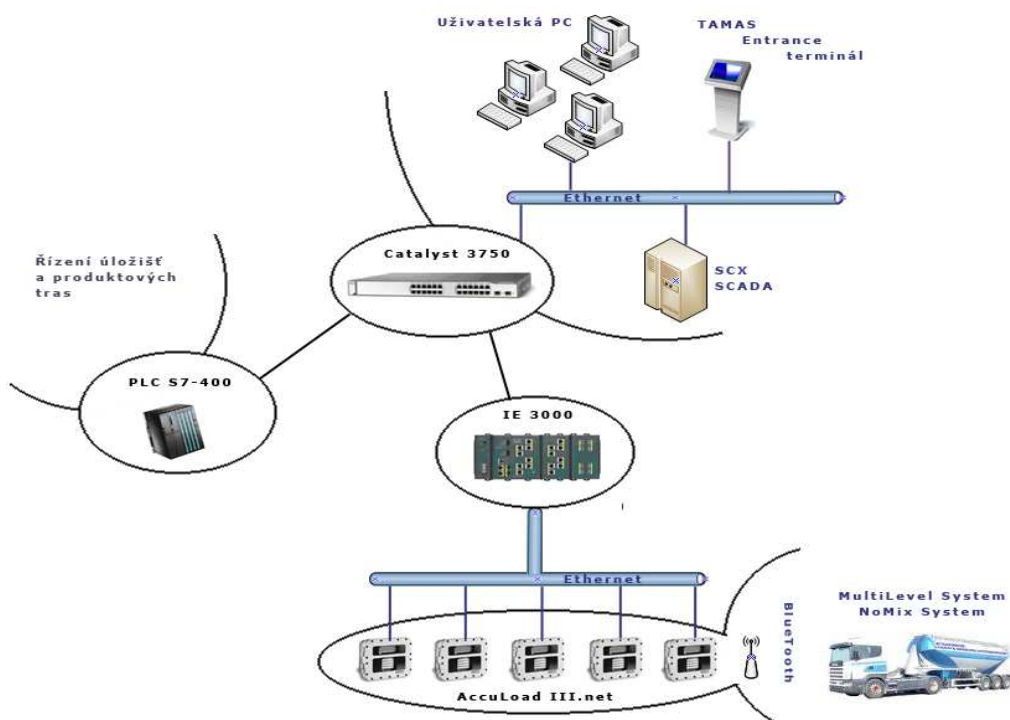


**Obr. 7.12** Obousměrná komunikace na jednom jednovodovém vlákně

Výhodou některých modulů (pouze Cisco) je pak podpora digitálního monitoringu kvality spoje DOM. V reálném čase tak probíhá neustálé měření kvality spojení, při zhoršování systém uživatele upozorní na možnou budoucí poruchu. Pomocí funkce DOM moduly Cisco také samy upravují výkon zářičů a podstatně tak zvyšují životnost zařízení na obou koncích spoje.

### 7.5.5 Topologie sítě

Nová topologie vychází z hvězdicového návrhu, kde bude centrálním prvkem Cisco Catalyst 3750G, v případě nového návrhu, nebo Cisco Catalyst 2960, v případě dopojení do stávající sítě. K zajištění spolehlivosti víceúrovňového stupně řízení však doporučuji Catalyst 3750G se zálohovaným napájením, který při poruše stávající sítě nepřeruší komunikaci řídicího automatu s AccuLoady. V případě většího celku, kdy, sklad využívá několika PLC, může zajišťovat i jejich komunikaci namísto sběrnic PROFIBUS, MPI. To však klade vyšší nároky na spolehlivost takového řešení a doporučuji redundantní zapojení jak sítě, tak komunikačních karet u PLC. Tento centrální uzel bude přímo komunikovat se stávající sítí, umožní přímé připojení řídicího systému TAMAS k AccuLoad III.net, ty tak mohou být sledovány a řízeny z mimik řídicího stanoviště.



Obr. 7.13 Topologie nové sítě

Data o produktu uchovávaná v AccuLoadech budou moci být přímo synchronizována jak s řídicím systémem TAMAS, tak s MultiLevel systémem připojené cisterny. Potřebná data budou dál samozřejmě předávána i řídicímu automatu, ten své řídicí povely bude posílat pomocí ethernetové sítě.

## **8 ZÁVĚR**

V průběhu práce si autor osvojil mnoho praktických zkušeností a dovedností při komunikaci s uživateli a dodavateli řídicích systémů. Vytvořil přehled o technologiích využívaných při skladování nebezpečných látek. Provedl celkové zhodnocení situace při manipulaci a dopravě ropných produktů. Po rozsáhlém průzkumu trhu ve spolupráci s vedením skladu Sedlnice a technickým oddělením VAE Controls bylo vybráno a popsáno několik nových technologií, které budou mít praktické využití pro dosažení vyšší bezpečnosti, rychlosti odbavení a vyššího standardu poskytovaných služeb. Nasazení těchto nových technologií sebou nese nutnost upravit některá technická řešení, především zlepšit úroveň komunikace jednotlivých stupňů řízení. Bez této změny není možné navržené technologie začlenit do stávajícího systému, a proto se finální část práce zabývá právě úpravou komunikačních prostředků, především využití optických tras pro komunikaci mezi centrálním serverem a výdejnými lávkami. Nová koncepce řešení komunikace centrálního serveru, programovatelných automatů a výdejných flowmeterů sebou přinese nové možnosti jak pohlížet na bezpečnost výdeje pohonných hmot. Věřím, že pracovníci VAE Controls, kteří se na vzniku diplomové práce podíleli, jistě využijí návrhů a závěrů, které tato práce přináší a využijí jich jako důležitý základ pro svoji další činnost při dosahování vyšší kvality.

## **9 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- [1] Technologická schémata, soubory VF66A1074101AHR VF66A1074219001A-HR, VF66A107222201PMA, VAE Controls s.r.o. 2008
- [2] Technická dokumentace, soubory DF66A1074101RHO, DF66A1074219001-AHR, DF66A1074222201PMA, VAE Controls s.r.o. 2008
- [3] Application Note 83, Dallas Semiconductor 1998 <http://www.lammertbies.nl/download/dallas-appl-83.pdf>
- [4] Application Report SLLA067A, Texas Instruments, 2004 <http://www.lammertbies.nl/download/ti-appl-slla067a.pdf>
- [5] Simatic S7-400, přehled 2004, Siemens AG, 2004
- [6] Smith Meter AccuLoad III Specification – Rev. 0.6(6.08) Bulletin SS06036, FMC Technologies 2008
- [7] Cisco 100BASE-X SFP for Fast Ethernet SFP Ports - data sheet, Cisco Systems, Inc., 2008
- [8] Cisco IE3000 and Cisco c3750 datasheet, Cisco systems Inc., 2008
- [9] NoMix 2000 Inteligent Tank Truck Technology, F.A Sening GmbH 9/2000
- [10] Sening MultiLevel, F.A Sening GmbH 9/06
- [11] FILKA, M.: Optické sítě – návody do laboratoří, skriptum VUT Brno 2008
- [12] BEJČEK, L.: Vláknová optika v automatizaci, skriptum VUT Brno 2006
- [13] SCHLITTER, PAVEL: Optická vlákna a práce s nimi, VNT Nachrichtentechnik s.r.o.
- [14] FILKA, M.: Optické sítě – přednášky, skriptum VUT Brno 2007
- [15] TAMAS, VAE Controls s.r.o. 2009



## **PRACOVNÍ PODKLADY**

### **Zápis z jednání o diplomní práci dne 16.6.2008 ve firmě ČEPRO Sedlnice**

#### **Účastníci jednání:**

Ing. Pavel Tichý, ČEPRO  
Ing. Jiří Kašparec, Ing. Oldřich Hladký, VAE CONTROLS  
Bc. Jakub Fruhbauer, VŠB Ostrava

#### **Místo jednání: Čepro-Sklad Sedlnice**

Schůzka se uskutečnila na základě žádosti VAE CONTROLS o spolupráci fy ČEPRO při zadání předmětu diplomní práce na téma Zpracování projektu ASŘ části technologie skladu pohonných hmot. Téma bylo vypsáno VAE CONTROLS v následujících směrech:

1/Automatizace spodního plnění AC – uzemnění, nasazení výdejšího ramene, plnění AC, odpojení výdejšího ramene  
2/Informační panel pro průběžnou (i konečnou) informaci o plnění AC  
3/Identifikace a evidence stavu komor plnicích ramen a komor AC- kamerou, čipy  
Tyto 3 body tvořily základ jednání a byly postupně probrány a uvedeny v následujících bodech, které budou na počátku spolupráce tvořit osnovu řešení diplomové práce :

- 1/Snížení provozních rizik při plnění AC- zvýšená koncentrace par při plném provozu
- 2/Předpokládané zvýšené obchodní vytížení skladu-snížení času plnění AC, dodržování provozních, bezpečnostních a obchodních podmínek
- 3/Zajištění rychlého naplnění AC a uvolnění místa při dodržení podmínek v bodu2/
- 4/Řešení nepříznivého dopadu na odbavování AC při nezbytné údržbě výdejší stopy( vynechání stopy)
- 5/Vyhodnocování činnosti pracovníka zákazníka při výdeji pohonných hmot- kontrola této činnosti
- 6/Zajištění kontinuity průchodu pohonných hmot skladem- od zásobování skladu z ŽC až po odvoz pohonných hmot AC
- 7/Kontrola pracovníků skladu při činnosti souvisejících s výdejem pohonných hmot
- 8/V průběhu řešení diplomové práce se předpokládá další možná účast pracovníků skladu Sedlnice
- 9/V průběhu spolupráce bude diplomantovi umožněna exkurze skladu ČEPRO Loukov.

Na veškeré poznatky získané při diplomní práci má právo ČEPRO Sedlnice. Tyto poznatky, stejně jako všechny skutečnosti týkající se skladu Sedlnice nemohou být nikým ze zúčastněných předávány třetí osobě. Jeden výtisk diplomní práce obdrží ČEPRO Sedlnice.

#### **Byl domluven následující postup:**

- 1/Rozeslání zápisu z jednání všem zúčastněným do týdne po jednání
- 2/Případné jakékoliv doplnění nebo rozšíření osnovy řešení diplomové práce každým z účastníků tohoto jednání do konce 15.7.2008. Pozdější změny v průběhu diplomní práce, zejména konkretizace námětů v osnově jsou možné.

V Ostravě 24.6.2008

Zapsal: Ing. Oldřich Hladký

### **Zápis z jednání o diplomní práci dne 11.8.2008 ve firmě ČEPRO Loukov**



Účastníci jednání: p.Vystavěl, ČEPRO Loukov  
Ing.Jiří Kašparec, Ing.Oldřich Hladký, VAE CONTROLS  
Jakub Fruhbauer, VŠB Ostrava

Místo jednání: Čepro-Sklad Loukov

Schůzka se uskutečnila na základě žádosti VAE CONTROLS o spolupráci fy ČEPRO při zadání předmětu diplomní práce na téma *Zpracování projektu ASŘ části technologie skladu pohonných hmot*. Téma bylo vypsáno VAE CONTROLS v následujících směrech:

- 1/Automatizace spodního plnění AC – uzemnění, nasazení výdejního ramene, plnění AC, odpojení výdejního ramene
- 2/Informační panel pro průběžnou (i konečnou) informaci o plnění AC
- 3/Identifikace a evidence stavu komor plnicích ramen a komor AC- kamerou, čipy

Tyto 3 body tvořily základ jednání a dále bylo probráno.

- 1/Náhradní terminál pro zimní provoz-dovoluje snadné rozjždění AC
- 2/Nepravidelnost odběru PHN-větší ráno, ale s krátkou dobou (10 min.)
- 3/Zkrácená volba-informace o ní v osobní příručce řidiče
- 4/Informace pro řidiče o omezení provozu-je řešeno operativně obsluhou
- 5/Identifikace komor-vyřešil ACCULOAD3, ale může dojít k nechtěnému zaměnění komor a naplnění ještě dalším produktem
- 6/Směrování AC na horní plnění v případě více AC na spodním plnění
- 7/Využití informací ze stávajících nebo nově nainstalovaných kamer- pro automatickou kontrolu dodržování pokynů řidiči AC

Na veškeré poznatky získané při diplomní práci má právo ČEPRO. Tyto poznatky, stejně jako všechny skutečnosti týkající se skladu Loukov nemohou být nikým ze zúčastněných předávány třetí osobě.

Byl domluven následující postup:

- 1/Rozeslání zápisu z jednání všem zúčastněným do týdne po jednání

V Ostravě 11.8.2008

Zapsal: Ing. Oldřich Hladký